

# 电子科技大学

## 2005 年攻读硕士学位研究生入学试题

### 考试科目: 412、 电磁场与电磁波

注: 1、考试时间 180 分钟, 总分 150 分。

2、应届生做第一至第八题; 在职人员必做第一至第五题, 另在第六至第十题中选做 3 题

#### 一. 填空题 (每空 1 分, 共 15 分)

1. 极化强度为  $\mathbf{P}$  的电介质中, 极化 (束缚) 电荷体密度  $\rho_p =$  \_\_\_\_\_, 极化 (束缚) 电荷面密度  $\rho_{sp} =$  \_\_\_\_\_;
2. 电荷定向运动形成电流, 当电荷密度  $\rho$  满足  $\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$  时, 电流密度  $\mathbf{J}$  应满足 \_\_\_\_\_, 此时电流线的形状应为 \_\_\_\_\_ 曲线;
3. 已知体积为  $V$  的介质的介电常数为  $\epsilon$ , 其中的静电荷 (体密度为  $\rho$ ) 在空间形成电位分布  $\varphi$  和电场分布  $\mathbf{E}$  和  $\mathbf{D}$ , 则空间的静电能量密度为 \_\_\_\_\_, 空间的总静电能量为 \_\_\_\_\_。
4. 若两个同频率、同方向传播、极化方向互相垂直的线极化波的合成波为圆极化波, 则它们的振幅 \_\_\_\_\_, 相位差为 \_\_\_\_\_;
5. 当圆极化波以布儒斯特角  $\theta_B$  入射到两种不同电介质分界面上时, 反射波是 \_\_\_\_\_ 极化波, 折射(透射)波是 \_\_\_\_\_ 极化波;
6. 在球坐标系中, 沿  $z$  方向的电偶极子的辐射场(远区场)的空间分布与坐标  $r$  的关系为 \_\_\_\_\_、与坐标  $\theta$  的关系为 \_\_\_\_\_;
7. 均匀平面电磁波由空气中垂直入射到无损耗介质 ( $\epsilon = 4\epsilon_0$ 、 $\mu = \mu_0$ 、 $\sigma = 0$ ) 表面上时, 反射系数  $\Gamma =$  \_\_\_\_\_、折射(透射)系数  $\tau =$  \_\_\_\_\_;
8. 自由空间中原点处的源 ( $\rho$  或  $\mathbf{J}$ ) 在  $t$  时刻发生变化, 此变化将在 \_\_\_\_\_ 时刻影响到  $\mathbf{r}$  处的位函数 ( $\varphi$  或  $\mathbf{A}$ )。



二. 单项选择题 (每题 2 分, 共 20 分, 每题只能选择一个答案, 否则判为错)

1. 空气 (介电常数  $\varepsilon_1 = \varepsilon_0$ ) 与电介质 (介电常数  $\varepsilon_2 = 4\varepsilon_0$ ) 的分界面是  $z = 0$  的平面。若已知空气中的电场强度  $\mathbf{E}_1 = \mathbf{e}_x 2 + \mathbf{e}_z 4$ , 则电介质中的电场强度应为\_\_\_\_\_。

- a.  $\mathbf{E}_1 = \mathbf{e}_x 2 + \mathbf{e}_z 16$ ;      b.  $\mathbf{E}_1 = \mathbf{e}_x 8 + \mathbf{e}_z 4$ ;      c.  $\mathbf{E}_1 = \mathbf{e}_x 2 + \mathbf{e}_z$

2. 以下三个矢量函数中, 能表示磁感应强度的矢量函数是\_\_\_\_\_。

- a.  $\mathbf{B} = \mathbf{e}_x y + \mathbf{e}_y x$ ;      b.  $\mathbf{B} = \mathbf{e}_x x + \mathbf{e}_y y$ ;      c.  $\mathbf{B} = \mathbf{e}_x x^2 - \mathbf{e}_y y^2$

3. 用镜像法求解静电场边值问题时, 判断镜像电荷设置是否正确的依据是\_\_\_\_\_。

- a. 镜像电荷的位置是否与原电荷对称;  
b. 镜像电荷是否与原电荷等值异号;  
c. 待求区域内的电位函数所满足的方程与边界条件是否保持不变

4. 两个载流线圈之间存在互感, 对互感没有影响的是\_\_\_\_\_;

- a. 线圈的尺寸;      b. 两个线圈的相对位置;      c. 线圈上的电流

5. 以下关于时变电磁场的叙述中, 不正确的是\_\_\_\_\_;

- a. 电场是有旋场;      b. 电场和磁场相互激发;      c. 磁场是有源场

6. 区域  $V$  全部用无损耗媒质填充, 当此区域中的电磁场能量减少时, 一定是\_\_\_\_\_。

- a. 能量流出了区域;      b. 能量在区域中被损耗;      c. 电磁场做了功

7. 以下关于在导电媒质中传播的电磁波的叙述中, 正确的是\_\_\_\_\_;

- a. 不再是平面波;      b. 电场和磁场不同相位;      c. 振幅不变

8. 导电媒质中的传导电流  $\mathbf{J}_c$  与位移电流  $\mathbf{J}_d$  的相位\_\_\_\_\_。

- a. 相同;      b. 相反;      c. 相差  $90^\circ$

9. 频率  $f = 50\text{MHz}$  的均匀平面波在某理想介质 (介电常数  $\varepsilon = 4\varepsilon_0$ 、磁导率  $\mu = \mu_0$ 、电导率  $\sigma = 0$ ) 中传播时, 波速\_\_\_\_\_。

- a. 等于光速  $c$ ;      b. 等于  $c/2$ ;      c. 等于  $c/4$



10. 电偶极子的远区辐射场是\_\_\_\_\_。

- a. 非均匀平面波;      b. 非均匀球面波;      c. 均匀球面波

三. 简要回答以下问题 (每题 10 分, 共 40 分)

1. 介质在外电场的作用下发生极化的物理机制是什么? 受到极化的介质一般具有什么样的宏观特征?
2. 简述静电场边值问题的唯一性定理? 它的意义何在?
3. 什么是位移电流? 它是如何引入的? 位移电流与传导电流有何本质上的区别?
4. 什么是均匀平面波? 在理想介质中, 均匀平面波具有什么传播特性?

四. (12 分) 无限长直导线附近有一共面的矩形线框,

尺寸为  $a \times b$ , 与直导线相距为  $c$ , 如图 1 所示

- (1) 求直导线与线框之间的互感;
- (2) 若线框平面绕直导线旋转  $\theta$  角, 试说明直导线与线框之间的互感有无变化?
- (3) 若线框绕自身的中心轴线旋转  $\theta$  角, 试说明直导线与线框之间的互感有无变化?

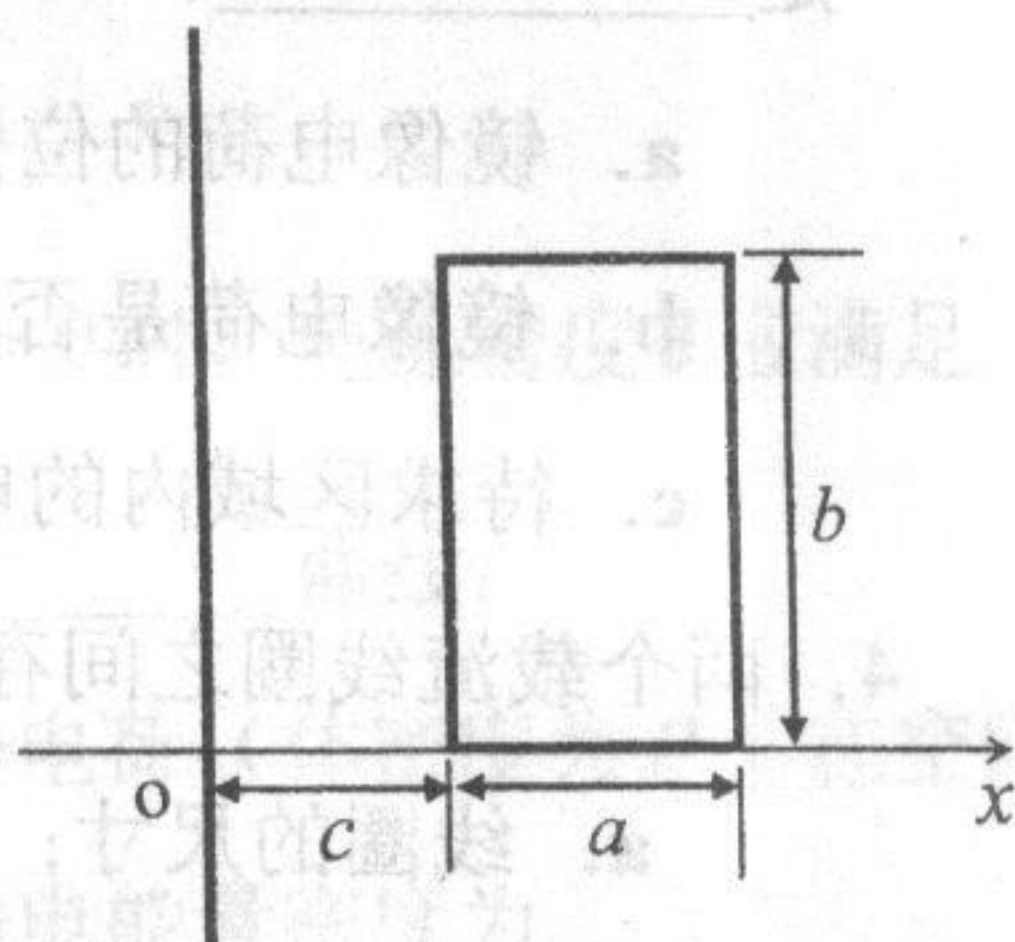


图 1

五. (18 分) 有一沿正  $z$  轴方向传播的均匀平面波, 其电场的复振幅为

$$\mathbf{E}(z) = (\mathbf{e}_x E_{x0} + \mathbf{e}_y j E_{y0}) e^{-jkz}$$

式中,  $E_{x0}$  和  $E_{y0}$  均为实常数。

- (1) 试说明此平面波的极化状态;
- (2) 求瞬时坡印廷矢量  $\mathbf{S}(z, t)$  和平均坡印廷矢量  $\mathbf{S}_{av}(z)$

注意: 以下 5 题中应届生必做第六、七、八题, 在职人员任意选做 3 两题。

六. (15 分) 空气中传播的均匀平面波的电场强度  $\mathbf{E} = \mathbf{e}_y E_0 e^{-j\pi(6x+8z)}$ 。

- (1) 求此平面波的波长  $\lambda$  和频率  $f$ ;
- (2) 当此平面波入射到位于  $z=0$  处的无限大理想导体平面时, 求导体表面上的电流密度  $\mathbf{J}_s$ 。



七. (15 分) 半径为  $a$  导体球外距球心  $d$  处放置一点电荷  $q$ , 如图 2 所示。

(1) 若导体球接地, 求点电荷  $q$  受到的静电力;

(2) 若导体球未接地且带有电荷为  $Q$ , 求点电

荷  $q$  受到的静电力。并证明: 当

$$\frac{Q}{q} = \frac{a^3(2d^2 - a^2)}{d(d^2 - a^2)^2}$$

时, 点电荷  $q$  受到的静电力为零。

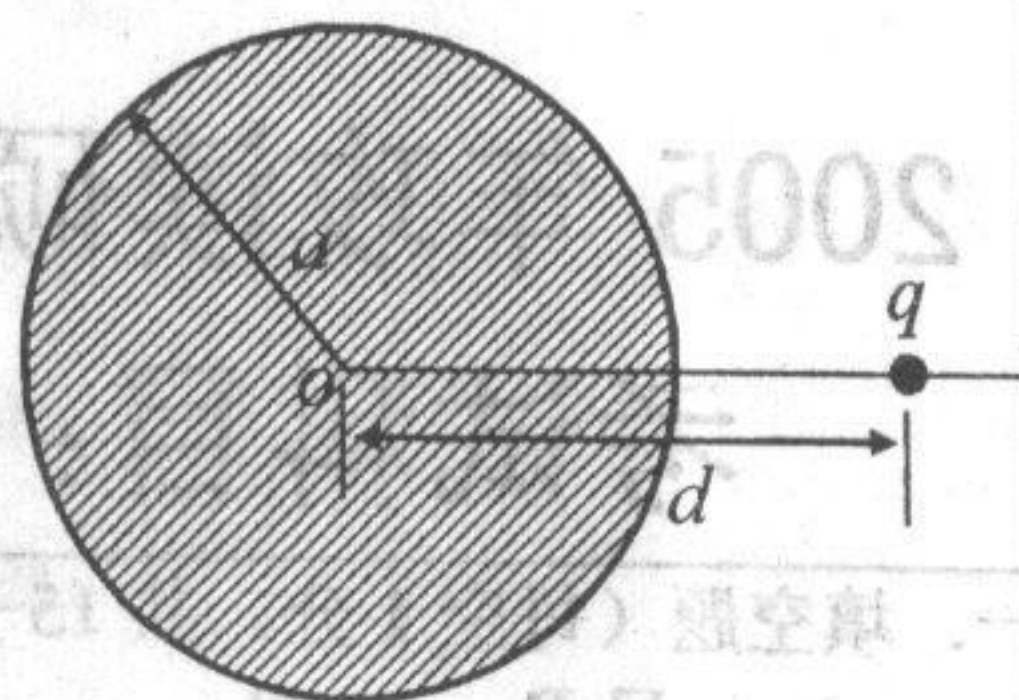


图 2

八. (15 分。) 相对介电常数  $\epsilon_r = 4$  无限大均匀电介质中有一个半径为  $a$  的导体球,

导体球内有一个半径为  $b$  的偏心球形空腔,

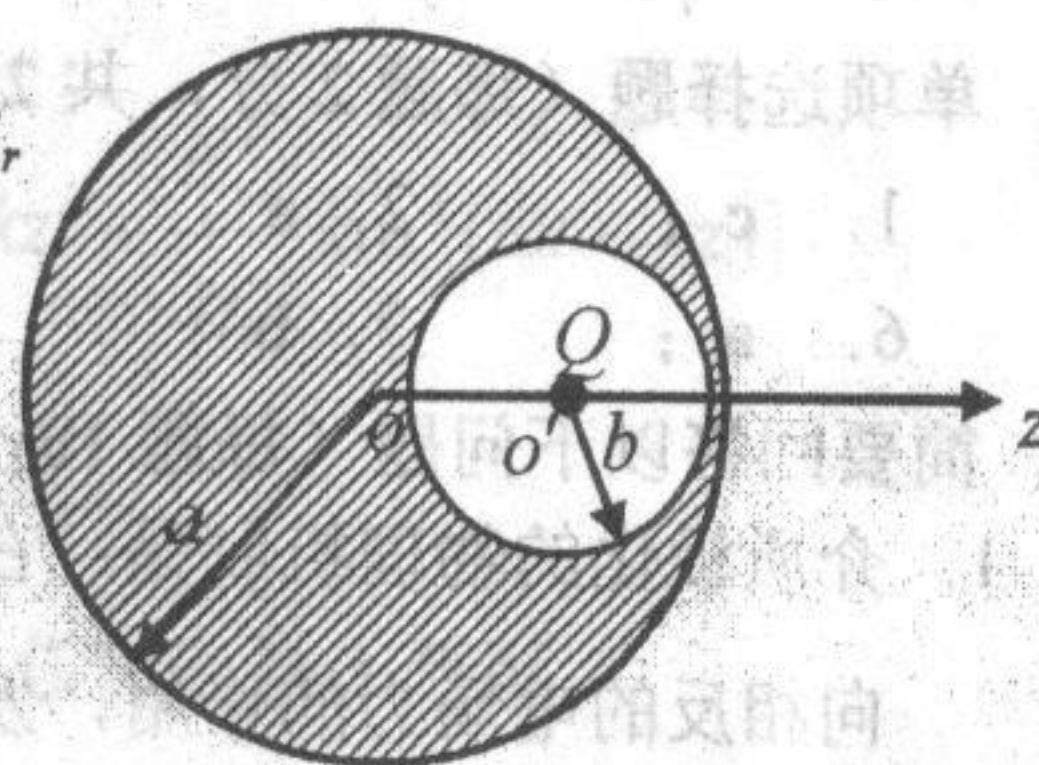
空腔的中心  $O'$  的坐标为  $(0, 0, d)$ , 如图 3 所

示。设空腔中心  $O'$  处有一点电荷  $Q$ 。

(1) 求任意点的电场强度和电位;

(2) 求导体球表面 ( $r = a$ ) 的极化电荷 (束

缚电荷) 密度



九. (15 分) 已知某电磁波电场为  $\mathbf{E} = \mathbf{e}_y E_0 \sin(\omega t - kz)$ , 其中  $E_0$  和  $k$  均为实常数。

(1) 简要说明此电磁波及其传播媒介的主要特点;

(2) 写出电场的复数表达式;

(3) 当此波入射到位于  $z = 0$  平面上的理想导体板上时, 求导体表面上的电流

密度  $\mathbf{J}_s$ 。

十. (15 分) 同轴线的内导体是半径为  $a$  的圆柱, 外导体是半径为  $b$  的薄圆柱面,

其厚度可忽略不计。内、外导体间填充有磁导率分别为  $\mu_1$

和  $\mu_2$  两种不同的磁介质, 如图 4 所示。设同轴线中通过的

电流为  $I$ , 试求:

(1) 同轴线中单位长度所储存的磁场能量;

(2) 单位长度的自感。

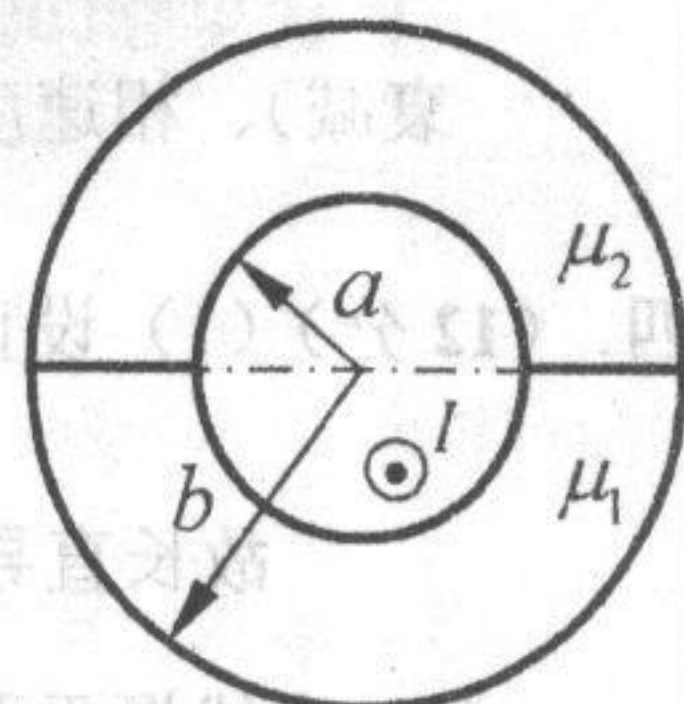


图 4

《完》